

PAT-NO: JP403260413A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03260413 A
TITLE: DRIVE SHAFT MADE OF FIBER REINFORCED PLASTIC
PUBN-DATE: November 20, 1991

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
OKADA, TSUTOMU
TANIGUCHI, KUNITOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
SUMITOMO METAL IND LTD N/A

APPL-NO: JP02059429
APPL-DATE: March 9, 1990

INT-CL (IPC): F16C003/02, B29C065/64

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a drive shaft made of fiber reinforced plastic having sufficient torsional strength and high modulus of elasticity in axial direction by winding and molding two or more kinds of reinforced fibers simultaneously as hybrid layer at a specific angle in the axial direction of a pipe.

CONSTITUTION: Two or more kinds of reinforced fibers as a hybrid layer 4 are wound and molded simultaneously at an angle from ± 10 to $\pm 45^\circ$ in the axial direction of a pipe. By this, it becomes possible to obtain a drive shaft made of fiber reinforced plastic having sufficient torsional strength and high modulus of elasticity in axial direction. Furthermore, it is desirable to provide glass fiber layers 3 and 5 on the outermost

layer to
improve impact resistance and on the innermost layer to prevent
deterioration
of drive shaft due to electrolytic corrosion.

COPYRIGHT: (C) 1991, JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平3-260413

⑨ Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 平成3年(1991)11月20日
 F 16 C 3/02 8012-3 J
 B 29 C 65/64 2126-4 F
 // B 29 K 105:08 4 F
 B 29 L 31:24
 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 繊維強化プラスチック製駆動軸

⑯ 特 願 平2-59429

⑰ 出 願 平2(1990)3月9日

⑱ 発 明 者 岡 田 勉 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑲ 発 明 者 谷 口 邦 利 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

⑳ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉑ 代 理 人 弁理士 溝上 満好 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

繊維強化プラスチック製駆動軸

2. 特許請求の範囲

- (i) 中空円筒状の軸であって、2種以上の繊維を、
 管軸方向に対して±10°～±45°の角度で同時
 に巻付成形した層を有することを特徴とする繊維
 強化プラスチック製駆動軸。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、例えば自動車用のプロペラシャフト
 として使用される繊維強化プラスチック(以下「
 FRP」と略す)製駆動軸に関するものである。
 (従来の技術)

近年、自動車業界では軽量化だけでなく低振動、
 低騒音といった観点からプロペラシャフトの材料
 としてFRPが使われ始めている。

FRPの特徴は一般の金属材料に比べて比強度
 及び比弾性率が高いことであり、そのため従来の
 鋼製プロペラシャフトに比べ種々の利点がある。

例えば危険回転数を支配する一次曲げ固有振動数
 fは一般に次式で表される。

$$f = \frac{\pi}{2L^2} \sqrt{\frac{EIg}{Ar}} \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

ここで、E: 軸方向弾性率

I: 断面二次モーメント

g: 重力加速度

A: 断 面 積

r: 比 重 量

L: 軸の長さ

従って、比弾性率の高いCFRP等を用いるこ
 とによって軽量化されると同時に、より高速回転
 が可能となり、鋼製プロペラシャフトより長さを
 大きくすることができる。

またFRPは優れた振動減衰性を有しているこ
 とから騒音低減および振動の減少に対しても効果
 がある。

このような観点から既にFRP性プロペラシャフ
 トに関する提案が数多く成されている。これ等の
 提案の多くは特公昭61-487号公報に代表さ

れる様に軸の巻付成形条件として、繊維を軸方向に対して $\pm 30^\circ \sim \pm 60^\circ$ 、通常は $\pm 45^\circ$ に配向させてねじりに対して強化した第1層1と、軸方向に $0^\circ \sim \pm 20^\circ$ に配向させて曲げに対して強化した第2層2、および耐衝撃性を付与するために最外層に設けられた第3層3から形成されるのが通常であった(第6図参照)。

また $\pm 30^\circ \sim 60^\circ$ のねじりに対して強化した第1層1についてはコストの点からガラス繊維が使用され、 $0^\circ \sim \pm 20^\circ$ の曲げに対して強化した第2層2については高い弾性率を必要とするところから炭素繊維が使用されるのが通常であった。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、従来の方法では異なった角度で異なった繊維が積層されると、加熱硬化から冷却時に熱膨張係数の違いによって境界層で剥離を生じ易いという問題点があった。

これは軸の径及び各層の厚みによっても変化するが径が小さい程、又層厚が大きい程その問題を生じやすいものであった。また、ねじりに対して

強化した第1層($\pm 30^\circ \sim 60^\circ$ の層)が内側に配置される場合は、外側に配置される場合に比べてねじり強度が低下し、特に高いねじり強度が要求される用途に対しては不適當であった。

またFRP製のシャフトは通常フィラメントワインディング法によって成形されるが、第1層と第2層を異なる強化繊維で巻付けるため、途中でロービングの交換といった段取替えを必要とし、製造能率の面からも問題があった。

本発明は、上記した従来技術の問題点を解消し、各境界層での剥離の発生を防止し、生産能率を高め、かつ高いねじり強度を有するFRP製駆動軸を提供することを目的としている。

(課題を解決するための手段)

上記問題点を解決するために本発明者らが種々検討した結果、次の方法によって良好な特性を有するFRP製駆動軸を得られることが明らかとなった。

従来のFRP製駆動軸は第1層にCFRP層、第2層にCFRP層、第3層(最外層)にCFRP

P層というように構成材料を層毎に分けて使用しており、各層内では強化繊維は一種類であった。

しかし層毎に分けずに2種類以上の強化繊維を同時に混ぜて成形するという方法がある。この場合、配向角が問題になるが、配向角を通宜角度に選ぶことによって従来の構成と同等あるいは同等以上の強度を有する駆動軸が製作可能であることが判明した。

本発明はかかる知見に基づいて成されたものであり、中空円筒状の軸であって、2種以上の繊維を、管軸方向に対して $\pm 10^\circ \sim \pm 45^\circ$ の角度で同時に巻付成形した層を有することを要旨とする繊維強化プラスチック製駆動軸である。

(作 用)

本発明において配向角を $\pm 10^\circ \sim \pm 45^\circ$ の範囲内としたのは、この範囲内にすれば十分なねじり強さをもち、かつ高い軸方向弾性率が得られるためである。

すなわち、配向角が $\pm 10^\circ$ 未満の場合には軸方向弾性率は十分高いが、第4図に示すようにねじ

り強さが小さいために駆動軸の肉厚を大きくする必要が生じ、軽量化効果が損なわれることになるからである。

一方、配向角を増してゆくとき $\pm 45^\circ$ まではねじり強さも増大してゆくが、第5図に示すように逆に軸方向弾性率及び曲げ強さは低下してゆく。軸方向弾性率は前記した①式に示されるように軸の固有振動数を左右するものであり、危険回転数を決定する重要なファクターである。従って危険回転数を高めるには配向角が小さい程良い。ねじれ強さは、第4図に示すように、配向角が $\pm 45^\circ$ のときピークに達し、これ以上配向角を大きくしてもねじり強さは弱くなる。つまり配向角を $\pm 45^\circ$ 以上にすることはねじり強さの点からもまた危険回転数の面からも、曲げ強さの面からもマイナスである。

従って、駆動軸の構成の中でねじり強さ、曲げ強さを負担する層に関しては配向角と $\pm 45^\circ$ 以下が望ましいからである。

本発明においては2種以上の繊維を同時に巻付

けるのであるが、この2種以上の繊維を同時に巻付けるいわゆる層内ハイブリッド構成をすることのメリットは次の通りである。

まず層毎に分けて積層する従来の方法では例えばCF層とGF層の界面に応力段差ができ、複雑な二次応力が発生することになり、強度低下あるいは層間剥離を引き起こすことがある。

これに対し、層内ハイブリッドにすればこれを防止できる。

もう一つのメリットは成形作業時段取替えの回数を減らせることである。従来の積層構成を成形するには繊維の変更の際ロービングの交換を必要としたが、層内ハイブリッドにすればこの作業を無くすることができる。

ここで使用される材料としては、マトリックス樹脂としてエポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂などが適用出来、また補強繊維としては、ガラス繊維(Eガラス、Sガラス)、炭素繊維、アラミド繊維などの連続繊維が使用できる。

を同時に巻付成形したハイブリッド層を示し、その巻付角度は管軸方向に対して $\pm 10^\circ \sim \pm 45^\circ$ の範囲と成されている。そして、これら実施例は全て、このハイブリッド層4の外側に耐衝撃性向上のための第3層3が巻付成形されている。

ところで、第1図に示す実施例では、このハイブリッド層4と第3層3との二層構造であるが、第2図に示す実施例ではハイブリッド層4の内側に更にガラス繊維層5が、また第3図に示す実施例ではハイブリッド層4と第3層3との間に炭素繊維層6が設けられている。

次に本発明の効果を確認するために行った実施結果について説明する。

その1)

外径が $\phi 80\text{mm}$ の鋼製マンドレルにフィラメントワインディング法にて軸を成形した。マトリックス樹脂はエポキシ樹脂(商品名「エビコート828」:油化シェルエポキシ株式会社製)と酸無水物硬化剤(商品名「HN-2200」:日立化成株式会社製)とを重量比100:80で混合したものをを用いた。

製造方法としては、通常のフィラメントワインディング(FW)法のほか、プリプレグシートを積層する方法、プリプレグテープにてワインディングするテープワインディング法などが適用される。

成形される軸の径は用途・特性にもよるが、径が $\phi 50\text{mm} \sim \phi 120\text{mm}$ 程度、肉厚で $5\text{mm} \sim 15\text{mm}$ 程度のものである。

なお、最外層には耐衝撃性向上のためにガラス繊維層を設けることが望ましく、その角度は $\pm 80^\circ \sim \pm 90^\circ$ が適当である。また、最内層にもガラス繊維層を設けることにより、電食により駆動軸の劣化を防止することもできる。更に、曲げ強さや軸方向弾性率の改善のために炭素繊維層をFRP層の中に設けてもよい。

(実施例)

以下本発明を第1図～第3図に示す実施例に基づいて説明する。なおこれら第1図～第3図中、第6図と同一番号は同一部分あるいは相当部分を示し、詳細な説明を省略する。

第1図～第3図において、4は2種以上の繊維

繊維は層内ハイブリッド層の一種としてガラス繊維(商品名「グラスロンR-1150」:旭ファイバーグラス株式会社製)を使用、またもう一種の繊維として炭素繊維(商品名「トレカT-300」:東レ株式会社製)を使用した。

ハイブリッド構成としてはガラス繊維70体積%、炭素繊維30体積%とし、巻付時使用できる10本のロービングの内7本をガラス繊維、3本を炭素繊維とし、同じ樹脂槽内に含浸させ、フィラメントワインディングを行った。このときの配向角は $\pm 20^\circ$ とした。また層厚は 3mm であった。

また耐衝撃性向上のため最外層の第3層にはガラス繊維を配向角 $\pm 85^\circ$ にて 0.2mm の厚さに巻付けた。

以上で得たシャフトについて超音波測定により層間剥離の有無について検査を行い、さらにおじり破壊トルク並びに軸方向の弾性率を求めた。その結果を第1表に示す。

第1表 強度試験結果

	ねじり破壊 トルク (Nm)	軸方向弾性率 (GPa)	層間剥離 (超音 波測定)
実施例	3600	49	○ (異常なし)
比較例	3700	45	× (10mm×20mm の剥離あり)

第1表中の比較例は従来方式の層構成を持った軸の例であり、この場合第1層として $\pm 45^\circ$ のGFRP層を2.1mm、第2層として $\pm 10^\circ$ のCFRP層を0.9mm、最外層として $\pm 85^\circ$ のGFRP層を0.2mmの厚さに巻付けたものである。

上記第1表より明らかなように、本発明軸は各境界層での剥離の発生がなく、かつ良好なねじり破壊トルクと軸方向弾性率を有していることが判る。

その2)

その1)と同じ径のマンドレルで同一の材料を用いて、まず $\pm 45^\circ$ のガラス繊維層を0.2mm巻付けた後、ガラス繊維と炭素繊維のハイブリッド層を2.8mm巻付けた。この層の配向角も $\pm 20^\circ$ であ

り、ハイブリッド比はガラス繊維65体積%、炭素繊維35体積%である。また、その1)と同様最外層に耐衝撃性付与のため $\pm 85^\circ$ の配向角を持ったガラス繊維層を0.2mmの厚さで巻付けた。第2図にその構成を示す。

このような構成にすることにより湿潤地帯を主に走行する自動車に適用する場合、電食による駆動軸の劣化を防止し、耐久性を向上させることができる。

その3)

その1)と同じ径のマンドレルで同一の材料を用いて、まず配向角 $\pm 20^\circ$ 、ハイブリッド比はガラス繊維80体積%、炭素繊維20体積%のハイブリッド層を2mm巻付け、その上に炭素繊維層を配向角 $\pm 10^\circ$ で1mmの厚さに巻付けた。さらに最外層に $\pm 85^\circ$ のガラス繊維層を0.2mm巻付けた。この構成を第3図に示す。

このような構成にすることにより従来の方式の場合問題となっていた炭素繊維層とガラス繊維層との層間剥離の発生を防止しながら、同時に高い

曲げ強さと高い軸方向弾性率を持った駆動軸を作ることができる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明によって層間剥離がなく、生産能率の高い、高ねじり強度を有するFRP性駆動軸を得ることが可能となった。

4. 図面の簡単な説明

第1図～第3図は本発明の一実施例を示す部分断面図、第4図はFRP円筒のねじり強さと配向角の関係図、第5図は弾性係数と配向角の関係図、第6図は従来のシャフトの構造を示す部分断面図である。

4はハイブリッド層。

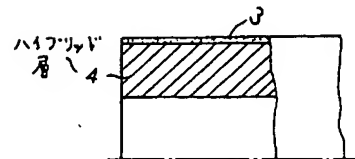
特許出願人 住友金属工業株式会社

代理人 溝 上 満 好

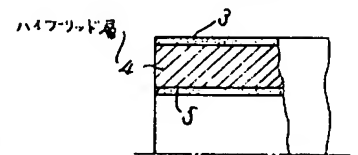
(ほか1名)



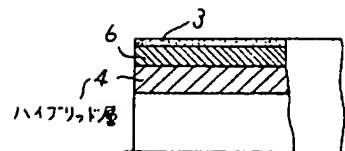
第1図



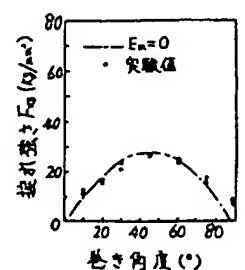
第2図



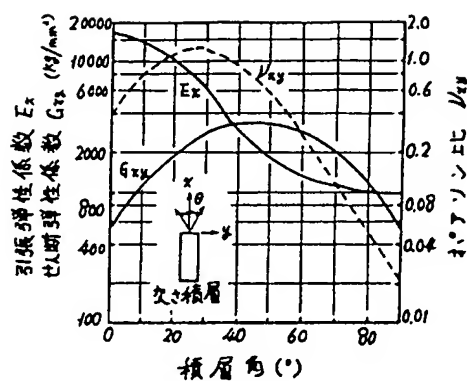
第3図



第4図



第 5 図



第 6 図

